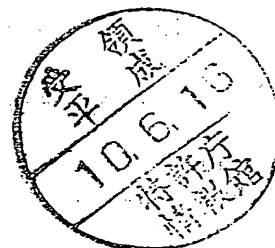


文献1

# 電子情報通信学会技術研究報告

CQ 98-1~11

〔コミュニケーションクオリティ〕



1998年5月29日

## 複写をされる方に

本誌に掲載された著作物は、政令が指定した図書館で行うコピーサービスや、教育機関で教授者が講義に利用する複写をする場合等、著作権法で認められた例外を除き、著作権者に無断で複写すると違法になります。そこで、本著作物を合法的に複写するには、著作権者から複写に関する権利の委託を受けている次の団体と、複写をする人またはその人が所属する企業・団体等との間で、包括的な許諾契約を結ぶようにして下さい。

学協会著作権協議会 〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル 3 F  
TEL/FAX 03-3475-5618

## Notice about photocopying

In order to photocopy any work from this publication legally, you or your organization needs to obtain permission from the following organization that has been delegated for the copyright clearance by the copyright owner of this publication.

[Japan] The Copyright Council of the Academic Societies  
41-6 Akasaka 9-chome, Minato-ku, Tokyo 107-0052, Japan  
TEL/FAX : 81-3-3475-5618

[U.S.A.] Copyright Clearance Center, Inc.  
222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, USA  
Phone (508) 750-8400 Telefax (508) 750-4744

## 電子情報通信学会技術研究報告

信学技報 Vol. 98 No. 90  
1998年5月29日 発行

## IEICE Technical Report

©電子情報通信学会 1998

Copyright : © 1998 by the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers (IEICE)

発行人 東京都港区芝公園 3 丁目 5 番 8 号 機械振興会館内

社団法人 電子情報通信学会 事務局長 飯野 理

発行所 東京都港区芝公園 3 丁目 5 番 8 号

社団法人 電子情報通信学会 電話 (03) 3433-6691  
郵便振替口座 00120-0-35300

The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers,  
Kikai-Shinko-Kaikan Bldg., 5-8, Shibakoen 3 chome, Minato-ku,  
TOKYO, 105-0011 JAPAN

本技術研究報告に掲載された論文の著作権は(社)電子情報通信学会に帰属します。

Copyright and reproduction permission: All rights are reserved and no part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopy, recording, or any information storage and retrieval system, without permission in writing from the publisher. Notwithstanding, instructors are permitted to photocopy isolated articles for noncommercial classroom use without fee.

## 大規模インターネットにおける広義QoS保証方式の提案

福島 英洋      石崎 健史      高田 治

日立製作所システム開発研究所横浜ラボラトリ

〒244 横浜市戸塚区吉田町292番地

E-mail: fukusima@hitachi.co.jp

ishizaki@hitachi.co.jp

takada@hitachi.co.jp

● あらまし 大規模インターネットの通信品質保証について、従来の狭義の QoS 保証（帯域、遅延／遅延分散、エラー率等の信頼性）に加え、ネットワーク信頼性、運用ポリシー管理、グローバル接続 QoS 保証、新サービス早期提供といった点を加えた広義の QoS 保証を提供する事を目的に、制御層機能を集中実行する制御管理サーバ方式を提案した。その提案に基づき RSVP(Resource Reservation Protocol)を用いた制御管理サーバのプロトタイプ開発と評価結果を述べている。

キーワード QoS、RSVP、ネットワーク運用ポリシー

## Quality of Service Control Scheme for a Large Scale Internetwork

Hidehiro Fukushima    Takeshi Ishizaki    Osamu Takada

Systems Development Laboratory, Hitachi, Ltd.

292 Yoshida, Totsuka, Yokohama, Kanagawa, 244, Japan

E-mail: fukusima@hitachi.co.jp

ishizaki@hitachi.co.jp

takada@hitachi.co.jp

Abstract Enhanced QoS-guarantee scheme, which is augmented with network control reliability, network operation policy, global connectivity of QoS-guarantee, and rapid deployment of new network infrastructure's services, is proposed for a large scale Internetwork. To realize the enhanced QoS-guarantee scheme, control and management server architecture is proposed. Based on the control and management server architecture, RSVP server is prototyped and evaluated.

key words QoS, RSVP, network management policy

## 1. はじめに

インターネットのアプリケーションが多岐にわたり、利用者が拡大すると、従来のプレーンなサービスに加え、保証型のサービスが求められるようになる。一例としては、企業内ネットワーク（イントラネット）において、広域に分布するあるユーザ・グループが、他のグループの影響を受けることなく、自分たちのポリシーに基づいた、通信品質が保証されたサービスを受けられることがあげられる。キャリア・クラスの超大規模インターネットでも、その利用者である各企業、コミュニティが同様の要求を持っている。

これらの要求を実現するために、古くは電話交換網において、情報転送層と制御層が分離されV P N(Virtual Private Network)サービス提供が容易になった。ATM(Asynchronous Transfer Mode)網でも、M P O A(Multiprotocol over ATM)では、エッジ転送層と制御層（経路サーバ）が分離され、I P ルーティング、V L A N(Virtual LAN)等のサービスが共存しやすくなっている。

しかし、かならずしも ATM 基盤を前提としない大規模インターネットについては、M P O Aがそのまま適用できない。更に、インターネット・アプリケーションが必要とする多様な通信保証（広義の QoS 保証）を実現するには、転送層と制御層の分離だけでは解決できない問題がある[1]。

本報告では、通信品質保証について、現状インターネットの問題点を明らかにし、広義の QoS 保証を実現するための要件を整理する。その上で、制御管理機能を一括管理可能とする制御管理サーバ方式を提案する[2]。更に、本方式に基づき、QoS 保証要求プロトコルとして RSVP(Resource Reservation Protocol)を用いた制御管理サーバのプロタイピングについて述べる。

## 2. 大規模インターネットでの QoS 保証

### 2.1 問題点

以下に問題点を列挙する。

- (1) 通信性能（帯域、遅延、エラー率）が悪い、不安定

- ・ネットワークが性能ネックの時、パケット転送層では性能不足が、制御層では処理輻輳が原因であることが多い
- ・サーバ性能がネックの時、サーバ間負荷分散が不適切。サーバ内での処理輻輳も発生し得る

### (2) ネットワーク信頼性不足

- ・制御層（経路制御、シグナリング等）の処理輻輳、バグ等が原因となる
- ・制御層へのアタックに対する耐性不足

### (3) 運用ポリシー管理が不十分

QoS 要求に対し、認証、課金等のための監視、スケジュール管理機能が十分対応できていない

### (4) 複数プロバイダ接続時の保証（グローバル接続 QoS 保証）が困難

プロバイダ間で提供できる QoS 保証に違いがあり、End to End での保証が不可能あるいは動的に変えられない

### (5) 新サービス開始まで時間がかかる

ルータ制御ソフトが Embedded 型で、機能変更、追加が困難

## 2.2 広義の QoS 保証

上述の問題点から、従来の狭義の QoS 保証（帯域、遅延／遅延分散、エラー率等の信頼性）に加え、ネットワーク信頼性、運用ポリシー管理、グローバル接続 QoS 保証、新サービス早期提供といった点を加えた広義の QoS 保証を大規模インターネットで提供する事が、今後のネットワーク・アプリケーション多様化時代には重要となる。

## 2.3 要件と方式検討

広義の QoS 保証を実現するために必要となるであろう要件を纏める。

### (1) 転送層の高速化、狭義の QoS 保証化

ルータならびにスイッチのパケット転送部は、帯域、遅延等を保証しつつ伝送速度に追従したパケット転送を可能にしなければならない。ハードウェア化、もしくは複数

RISC プロセッサによる分散処理が必要である。

(2) 制御層のソフト処理に対する QoS 保証および高信頼化

一時的な処理輻輳が起こっても、あるいは設定パラメータに誤りがあっても、処理デグレードの起こる範囲を極力限定でき、他に影響が波及しない事が必要である。そのために、

- ・制御ソフトのプラットフォームである装置をサービス対象（企業、コミュニティ）毎に分離する
  - ・同様に、制御ソフトをサービス対象毎に別プロセスに分離する
  - ・QoS レディな OS（タイミング保証、処理時間保証が可能）を使用する
- と言った対応が必要である。

(3) 転送層、制御層への攻撃に対する防御  
攻撃を検出し、規制等により処理輻輳から回復できるメカニズムが必要である。

(4) 運用ポリシー管理の集中化

- ・運用ポリシーの管理を容易化するには、集中管理可能でなくてはならない。
- ・障害耐性向上、スケーラビリティ確保が重要である。
- ・システム全体の運用ポリシーを管理しているディレクトリ管理との連携が必要である。

(5) QoS 規定間メディエーション

狭義の QoS 保証（要求値）に必要な、ルータへの設定情報（設定値）は、各ルータに依存する。要求値—設定値間の変換ルールをシステム全体で共有する必要がある。

(6) 制御層オープン化

従来、ルータの Embedded ソフトで処理していた経路制御プロトコル処理、リソース予約・管理処理等、インターネットの発展と共に頻繁に機能変更が起こるものは、サーバ装置等のオープン・プラットフォーム上へ移行し、ソフト変更を容易化すること

が必要である。

3. 制御管理サーバ方式

インターネット基盤は、ネットワーク管理層、制御層、転送層の三要素から構成されるとモデル化できる。このうち、転送層は、高速化、多様化（有線：光ファイバ、CATV ケーブル、UDSL、無線：衛星、携帯電話、W-CDMA 等）が進み、ハードウェア主体になると考えられる。一方、制御層は、高信頼、高性能、高付加価値サービス提供の要として今後重要度を増す。本章では、前章の要件を満たすネットワーク構成方式として制御層ソフト処理を集中実行する制御管理サーバ方式を提案する。

3.1 提案方式

提案するインターネットワーク基盤のモデルを図1に示す。

- (1) 全体は、ネットワーク管理層、制御層、転送層から構成される。制御層には、制御管理サーバを置く。転送層は、ルータ群で構成する。ルータ間は、ATM 網で接続される場合もある。
- (2) 端末からの QoS 保証要求（帯域等）は、隣接ルータで受信された後、即、制御管理サーバに転送される。
- (3) 制御管理サーバでは、アドミッション制御、End to End のパス設定等、狭義の QoS 保証管理を行うと同時に運用ポリシーの（認証、課金、スケジュール等）管理を行う（図1の中の「一括管理」）。
- (4) 制御管理サーバからパス上のルータ及び ATM ノードに QoS 保証指示が送信される。

【特長】

・従来、ルータ上で分散処理されていた狭い QoS 管理（例えば RSVP 処理など）と集中実行する運用方針（認証、課金、スケジュール等）処理とを組み合わせる提案はなされている[3]。本提案方式では、「一括管理」において、狭い QoS 管理と運用方針の両者にまたがるアドミッション制

御の一貫性が従来提案に比べて保ちやすいという特長を持つ。

- ・ ルータの Embedded ソフトであった狭い QoS 管理処理をオープン・プラットフォーム上に移行でき、ソフト機能の追加・変更は、制御管理サーバのみに実施すれば良くなる。
- ・ 制御管理サーバは、ネットワーク規模および利用者（企業、コミュニティ）数増大により、複数設置し階層管理することができる。
- ・ 本提案では、制御管理サーバに、全ての制御機能（ユニキャスト／マルチキャスト／モバイル経路制御、狭い QoS 管理、運用方針等）を一括実行できる事、更にそのような制御管理サーバを利用者（企業、コミュニティ）対応に設置することにより、高信頼化が達成できる。

### 3.2 ソフトウェア構成

図 2 に、制御管理サーバおよびルータ上の代理（エージェント）ソフト構成を示す。

- (1) エージェントソフトは、QoS 情報収集（機器特性、現在のリソース情報等）、QoS 指示（ハードウェア等の設定）から成る。それ以下の機能は、通常ルータのハードウェアが実行する部分であり、API を規定する事により、異種ルータにも本エージェントソフトの移植が容易になる。
- (2) 端末からの QoS 保証要求パケットは、通常、ルータハードウェアにより、制御管理サーバの QoS 保証要求（プロトコル処理部）へ転送される。
- (3) その後、割当てポリシーに基づきアドミッション制御が行われ、QoS 指示が転送層のルータに送出される。割当て方針では、認証、課金、スケジュール等が内部のデータベースあるいは外部のサーバ経由でチェックされる。また、QoS 保証要求値一設定値間の変換ルールもデータベースに保持され

る。

## 4. 制御管理サーバのプロトタイピング

### 4.1 概要

3 章での提案方式の検証を行うため、上述の制御管理サーバおよびエージェントのプロトタイピングを行った。図 3 に全体構成を示す。

- ・ QoS 保証要求プロトコルには、RSVP を使用した。理由は、一般のルータでもサポートしていて相互接続テストが可能な事、プロトコル処理が比較的軽たく、集中サーバとしてのボトルネック評価が容易な事、である。
- ・ QoS 保証対応ルータ（パケット中継）機能として CBQ（Class Based Queue）を PC 上に移植し、その上にエージェント機能を移植した（図中のエッジデバイス）。
- ・ エッジデバイス間は、ATM 155Mbps で接続した。

### 4.2 機能分散と処理シーケンス

図 4 に RSVP ルータのモデルを示す。このうち、(A) に示す機能を制御管理サーバ（RSVP サーバ）に、(B) に示す機能をエッジデバイス（RSVP エージェント）に実装する。RSVP ソフトについては、USC/ISI 作成の RSVPd を使用している。また、LBL 作成の CBQ を改良した ALTQ（Sony CSL による）を使用している。

図 5 および図 6 にそれぞれ初期化時、QoS 保証要求処理時のシーケンスを示す。初期化時には、エージェント・サーバ間コネクション開設の後、ルータの機器特性（回線インタフェース帯域、CBQ 構成定義情報等）がエージェントからサーバに通知され、サーバからは、QoS 初期化パラメータが通知される。

RSVP パケット処理では、送信端末からの PATH メッセージはサーバを介してエージェントに転送されると同時に、サーバ内に PATH 状態が生成される。受信端末からの RESV メッセージがサーバに受信されるとサーバ内に RESV 状態が生成され受信端末から送信端末に至るパス上のルータ（エージェント）

に Flow Spec, Filter Spec が通知される。これによりルータの転送部が指定されたフローに対して帯域等を保証したパケット転送を行う。RESV メッセージは、送信端末へも転送される。

#### 4.3 評価結果

サーバには MMX Pentium 233MHz(64MB)、エージェントには Pentium 200MHz(32MB)、OS は、FreeBSD を使用している。

##### (1) 相互接続性

- ・RSVP サーバと既存の RSVP 端末、ルータとの相互接続を確認できた。

##### (2) 性能実測

- ・エージェント側：

4 Mbps の ATM コネクションを 1 本確保した上で、1.5Mbps のビデオストリームを 2 チャンネル分確保（帯域保証）して転送し、かつ、一般トラフィックを外からバースト的に加えてもビデオストリームが保護されていることを確認している。

- ・サーバ側：

PATH/RESV の負荷測定は未だ正確には出来ないが、40 ストリーム相当の処理には対応できている。

#### 5. 今後の課題

RSVP サーバの性能実測および分析を更に進める。

その結果に基づき、RSVP より軽量な QoS 保証予約プロトコルの検討、制御管理サーバの性能改善を進める。また、大規模インターネット対応の制御管理サーバ・階層化接続を評価する。

#### 6. まとめ

大規模インターネットの通信品質保証について、従来の狭義の QoS 保証（帯域、遅延／遅延分散、エラー率等の信頼性）に加え、ネットワーク信頼性、運用ポリシー管理、グローバル接続 QoS 保証、新サービス早期提供といった点を加えた広義の QoS 保証を提供する事を目的に、制御層機能を集中実行する制御管理サーバ方式を提案した。その提案に基づき、RSVP(Resource Reservation Protocol)を用いた制御管理サーバのプロトタイプ開発を行い評価結果を述べた。

#### 参考文献

- 1) S. Weinstein et.al, "A distributed Object Architecture for QoS-Sensitive Networking", IEEE Proceedings of OpenArch'98, pp.3-13.
- 2) 石崎、他、"リソース管理サーバを用いたネットワークリソース予約方式の検討"、情報処理学会全国大会 4V-10(1997-09)
- 3) 勝又、他、"通信品質保証のための帯域管理機能の提案"、信学技報 IN97-168(1998-02)

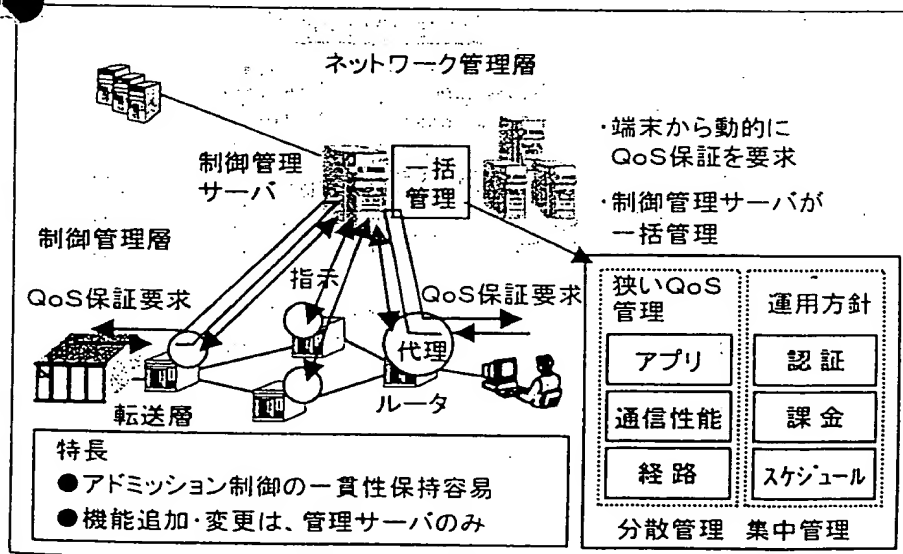


図1 インターネット基盤モデル

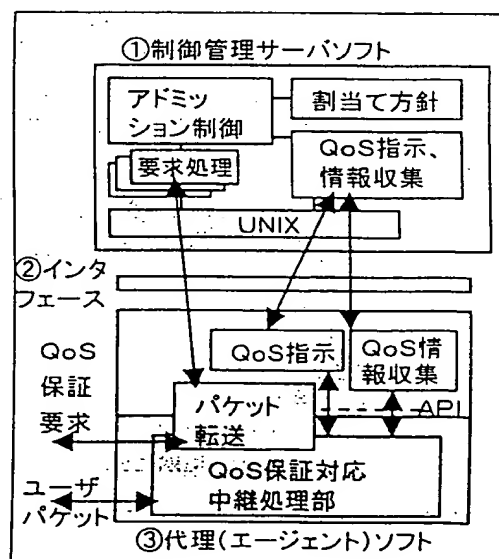


図2 サーバ/エージェントの構成

